

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-328168  
(43)Date of publication of application : 28.11.2000

(51)Int.Cl. C22C 21/12

(21)Application number : 11-141226  
(22)Date of filing : 21.05.1999

(71)Applicant : SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD  
(72)Inventor : HATTA HIDECHIKA  
MATSUDA SHINICHI  
YOSHIDA HIDEO

(54) ALUMINUM ALLOY EXCELLENT IN MACHINABILITY AND QUENCHING CRACK RESISTANCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an aluminum alloy excellent in machinability and quenching crack resistance by allowing it to have a compsn. contg. a specified amt. of Cu, in which the relation between the content of Sn and the content of Bi is specified, and the balance Al with impurities and controlling the content of Pb as impurities to the value equal to or below a specified one.

SOLUTION: This alloy has a compsn. contg., by weight, 4.0 to 6.0% Cu, in which the inequality I:  $3.0\% > Sn\% + Bi\% > 1.0\%$  and the inequality II:  $2.35 \geq Sn/Bi\% \geq 1.5$  are satisfied, and the balance Al with impurities, and in which the content of Pb as impurities is controlled to  $\leq 0.05\%$ . The alloy moreover contains 0.01 to 0.5% In and furthermore contains one or two kinds of 0.1 to 2.0% Mg and 0.1 to 1.2% Si. Then, it contains one or  $\geq$  two kinds among 0.1 to 2.0% Mn, 0.1 to 0.3% Cr, 0.1 to 0.8% Fe, 0.01 to 0.2% Ti, 0.1 to 0.3% Zr, 0.05 to 2.3% Ni and 0.001 to 0.2% V as well. In this way, the Al alloy, which does not contain Pb to form into the source of pollution and is thus free from the anxiety of causing environmental contamination by Pb, can be obtnd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-328168

(P2000-328168A)

(43)公開日 平成12年11月28日(2000.11.28)

(51)Int.Cl.

C 22 C 21/12

識別記号

F I

テマコト(参考)

C 22 C 21/12

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全5頁)

(21)出願番号	特願平11-141226	(71)出願人	000002277 住友軽金属工業株式会社 東京都港区新橋5丁目11番3号
(22)出願日	平成11年5月21日(1999.5.21)	(72)発明者	八太 秀周 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内
		(72)発明者	松田 真一 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内
		(72)発明者	吉田 英雄 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内
		(74)代理人	100071663 弁理士 福田 保夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金

(57)【要約】

【課題】 有害なPbを含有せず、従って地球環境を汚染することが極めて少なく、且つ優れた切削性、耐焼割れ性、押出性を備えたアルミニウム合金を提供する。

【解決手段】 Cu:4.0~6.0% (重量%、以下同じ)を含有し、条件式:  $3.0\% > Sn\% + Bi\% > 1.0\%$ 、かつ  $2.35 \geq Sn\% / Bi\% \geq 1.5$  を満足するSn量およびBi量を含有し、残部がAlおよび不純物からなり、不純物としてのPbを0.05%以下に規制する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Cu : 4. 0 ~ 6. 0% (重量%、以下同じ) を含有し、条件式 : 3. 0% > Sn% + Bi% > 1. 0%、且つ 2. 35 ≥ Sn% / Bi% ≥ 1. 5 を満足する Sn 量および Bi 量を含有し、残部が Al および不純物からなり、不純物としての Pb を 0. 05% 以下に規制したことを特徴とする切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金。

【請求項2】 さらに In : 0. 01 ~ 0. 5% を含有することを特徴とする請求項1記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金。

【請求項3】 さらに Mg : 0. 1 ~ 2. 0%、Si : 0. 1 ~ 1. 2% のうちの 1 種または 2 種を含有することを特徴とする請求項1または2記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金。

【請求項4】 さらに Mn : 0. 1 ~ 2. 0%、Cr : 0. 1 ~ 0. 3%、Fe : 0. 1 ~ 0. 8%、Ti : 0. 01 ~ 0. 2%、Zr : 0. 1 ~ 0. 3%、Ni : 0. 05 ~ 2. 3%、V : 0. 001 ~ 0. 2% のうちの 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項1 ~ 3 のいずれかに記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金、詳しくは、公害問題を生じるおそれのある Pb を含有せず、とくに押出材および引抜き材として使用するのに適した切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 切削用アルミニウム合金としては、従来、Al-Cu 系の 2011 合金が知られているが、この合金においては、切削性を向上させるために、低融点元素の鉛 (Pb) やビスマス (Bi) が添加されている。近年、Pb による公害問題が採り上げられており、地球環境の観点から、有害物質の Pb を含有しない切削用アルミニウム合金の開発が要請されるようになってきている。

【0003】 このような要請から、Pb の代わりに Sn を使用し、Sn と Bi とを組合わせて添加したアルミニウム合金が提案されている (アメリカ特許第 5,803,949 号)。しかしながら、このアルミニウム合金は、従来の 2011 合金より若干切削性が劣り、自動切削機による無人運転での切削を実施した際、切り屑が排出されず、自動切削機の停止に至ることがある。さらに、このアルミニウム合金は、製造工程中の焼入れの際、焼き割れが発生し易く、生産性の面でも 2011 合金より劣っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述の切削

用 Al-Cu 系アルミニウム合金における従来の問題点を解消するためになされたものであり、その目的は、Pb を含有することなく、従来の 2011 合金と同等以上の切削性および押出性を有し、同時に耐焼割れ性を向上させた切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するための本発明の請求項1記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金は、Cu : 4. 0 ~ 6. 0% を含有し、条件式 : 3. 0% > Sn% + Bi% > 1. 0%、且つ 2. 35 ≥ Sn% / Bi% ≥ 1. 5 を満足する Sn 量および Bi 量を含有し、残部が Al および不純物からなり、不純物としての Pb を 0. 05% 以下に規制したことを特徴とする。

【0006】 本発明の請求項2記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金は、請求項1記載のアルミニウム合金に、さらに In : 0. 01 ~ 0. 5% を含有することを特徴とし、請求項3記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金は、請求項1又は2記載のアルミニウム合金に、さらに Mg : 0. 1 ~ 2. 0%、Si : 0. 1 ~ 1. 2% のうちの 1 種または 2 種を含有することを特徴とする。

【0007】 また、本発明の請求項4記載の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金は、請求項1 ~ 3 記載のアルミニウム合金に、さらに Mn : 0. 1 ~ 2. 0%、Cr : 0. 1 ~ 0. 3%、Fe : 0. 1 ~ 0. 8%、Ti : 0. 01 ~ 0. 2%、Zr : 0. 1 ~ 0. 3%、Ni : 0. 05 ~ 2. 3%、V : 0. 001 ~ 0. 2% のうちの 1 種又は 2 種以上を含有することを特徴とする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 本発明の切削性および耐焼割れ性に優れたアルミニウム合金における合金成分の意義およびその限定理由について説明すると、アルミニウム合金中の Cu は、合金マトリックス中に固溶あるいは析出することによって強度を向上させ、切削性を向上させるように機能する。Cu の好ましい含有量は 4. 0 ~ 6. 0% の範囲であり、4. 0% 未満でその効果が小さく、6. 0% を越えると押出性が低下する。Cu のさらに好ましい含有範囲は 4. 5 ~ 5. 7% である。

【0009】 Sn は、Bi と共存することによって Sn と Bi との低融点化合物を形成し、切削性を向上させるように機能する。Bi も Sn と同様に、Sn と Bi との低融点化合物を形成し、切削性を向上させるように機能する。Sn および Bi の好ましい含有範囲は、3. 0% > Sn% + Bi% > 1. 0% の条件式を満足する Sn 量及び Bi 量である。Sn% + Bi% ≤ 1. 0% ではその効果が少なく、Sn% + Bi% ≥ 3. 0% では押出材に欠陥が生じ易くなる。

【0010】さらに、SnとBiとの好ましい含有比率は $2.35 \geq Sn\% / Bi\% \geq 1.5$ である。含有比率が $Sn\% / Bi\% < 1.5$ では、製造工程の焼入れ時に割れが生じ易くなる。含有比率が $Sn\% / Bi\% > 2.35$ では、Snが単体で晶出し易くなり、焼入れ時に割れが生じ易くなることがある。Snの好ましい含有範囲は $0.5 \sim 2.2\%$ であり、Biの好ましい含有範囲は $0.3 \sim 1.2\%$ である。また、SnとBiとのさらに好ましい含有比率は $2.2 \geq Sn\% / Bi\% \geq 1.5$ である。

【0011】Inは、SnおよびBiと共に存することによって、Sn-Bi-Inの低融点化合物を形成し、切削性を向上させるよう機能する。Inの好ましい含有範囲は $0.01 \sim 0.5\%$ であり、 $0.01\%$ 未満ではその効果が十分でなく、 $0.5\%$ を越えると製造工程の焼入れ時に割れが生じ易く、また、押出材に欠陥が生じ易くなる。Inのさらに好ましい含有範囲は $0.01 \sim 0.3\%$ である。

【0012】Mgは、Siおよび/またはCuと共に存することによって、強度及び切削性を向上させるよう機能する。Mgの好ましい含有量は $0.1 \sim 2.0\%$ の範囲であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が小さく、 $2.0\%$ を越えると押出性が低下する。Mgのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 1.5\%$ である。

【0013】Siは、強度および切削性の向上に寄与し、特にMgと共に存することにより、Mg<sub>2</sub>Siを生成して強度を高め、さらに共晶Siを分散させることにより、切削性を向上させるよう機能する。Siの好ましい含有範囲は $0.1 \sim 1.2\%$ であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が十分でなく、 $1.2\%$ を越えると押出性や切削工具寿命が低下する。Siのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.9\%$ である。

【0014】Mnは、Al-Mn系およびAl-Mn-Fe-Si系の化合物粒子を析出して、再結晶粒を微細化し、切削性および耐焼割れ性を向上させるよう機能する。Mnの好ましい含有範囲は $0.1 \sim 2.0\%$ であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が十分でなく、 $2.0\%$ を越えると押出性が低下する。Mnのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.3\%$ である。

【0015】Crは、再結晶粒の微細化に寄与し、切削性および耐焼割れ性を向上させるよう機能する。Crの好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.3\%$ であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が小さく、 $0.3\%$ を越えると粗大晶出物の晶出により押出材に欠陥が生じ易くなる。Crのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.2\%$ である。

【0016】Feは切削性を高める。とくにMnと共に存した場合、Al-Mn-Fe-Si系の化合物粒子を析出し、再結晶粒を微細化し、切削性を向上させるよう機能する。Feの好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.8\%$ であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が小さく、 $0.8\%$ を

越えると粗大化合物の晶出により、押出材に欠陥が生じ易くなる。Feのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.5\%$ である。

【0017】Tiは、鋳造組織を微細化し、微細な晶出物を形成して切削性を向上させるよう機能する。Tiの好ましい含有範囲は $0.01 \sim 0.2\%$ であり、 $0.01\%$ 未満ではその効果が小さく、 $0.2\%$ を越えると粗大化合物の晶出により、押出材に欠陥が生じ易くなる。Tiのさらに好ましい含有範囲は $0.01 \sim 0.1\%$ である。

【0018】Zrは、Crと同様、再結晶粒の微細化に寄与し、切削性を向上させるよう機能する。Zrの好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.3\%$ であり、 $0.1\%$ 未満ではその効果が小さく、 $0.3\%$ を越えると粗大化合物の晶出により、押出材に欠陥が生じ易くなる。Zrのさらに好ましい含有範囲は $0.1 \sim 0.2\%$ である。

【0019】Niは、Ni系の析出物を析出させ、強度および切削性を向上させるよう機能する。Niの好ましい含有範囲は $0.05 \sim 2.3\%$ であり、 $0.05\%$ 未満ではその効果が小さく、 $2.3\%$ を越えると切削性を低下させる。Niのさらに好ましい含有範囲は $0.5 \sim 1.2\%$ である。

【0020】Vは、再結晶組織を微細化し、切削性および耐焼割れ性を向上させるよう機能する。Vの好ましい含有範囲は $0.001 \sim 0.2\%$ であり、 $0.001\%$ 未満ではその効果が少なく、 $0.2\%$ を越えると押出材に表面欠陥を生じ易い。

【0021】本発明のアルミニウム合金は、例えば、連続鋳造により上記の組成を有するアルミニウム合金ビレットを造塊し、均質化処理した後、押出加工を行い、得られた押出材を、溶体化処理後、水焼入れし、その後、引き抜き加工してT3処理材として使用する。その後更に人工時効処理してT8処理材として使用することもできる。

【0022】  
【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明すると共に、それに基づいてその効果を実証する。なお、これらの実施例は、本発明の好ましい一実施態様を説明するためのものであって、これにより本発明が制限されることはない。

【0023】実施例1  
連続鋳造により、表1に示す成分組成（No. 1～13に示す組成）を有するアルミニウム合金ビレット（直径90mm）を造塊し、均質化処理を施した後、押出加工を行って、直径27mmの押出棒および厚さ7mm、幅35mmの押出形材をそれぞれ作製する。得られた厚さ7mm、幅35mmの押出形材の表面観察により押出性を評価した。

【0024】また、直径27mmの各押出棒を520℃の温度で1.5時間溶体化処理した後、水焼入れを行っ

た。この水焼入れの結果から耐焼割れ性の評価を行つた。さらに、直径 25 mm まで引き抜き加工して T3 处理材を作製した。その後、さらに 170°C で 4 時間の人工時効処理を行つて T8 处理材を作製し、得られた各 T3 处理材及び各 T8 处理材について切削性を評価した。耐焼割れ性、切削性および押出性の評価は以下のようにして行つた。

【0025】(1) 耐焼割れ性

各押出材を 520°C の温度で 1.5 時間保持後、水冷し各押出材の割れの有無を観察することで、耐焼割れ性を評価する。

(評価基準)

○：割れ無し

×：割れ有り

【0026】(2) 切削性

各 T3 处理材および各 T8 处理材から採取した試験片について、下記条件で旋盤による外削を行い、外削する過程で排出された切削屑 100 個あたりの重量 (g/100)

試験材	組成 (wt%)								耐焼割れ性	切削性	押出性	総合評価
	No	Cu	Sn	Bi	Pb	In	Mg	Si				
1	4.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	—	○	○	○	○
2	5.7	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	—	○	○	○	○
3	5.5	0.8	0.4	0.00	—	—	0.1	—	○	○	○	○
4	5.5	1.7	1.0	0.00	—	—	0.1	—	○	○	○	○
5	5.5	1.0	0.6	0.00	0.3	—	0.1	—	○	○	○	○
6	4.1	1.0	0.6	0.00	—	1.5	0.1	—	○	○	○	○
7	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.9	—	○	○	○	○
8	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※1	○	○	○	○
9	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※2	○	○	○	○
10	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※3	○	○	○	○
11	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※4	○	○	○	○
12	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※5	○	○	○	○
13	5.5	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※6	○	○	○	○

《表注》※1: Mn 0.2%、Cr 0.15% ※2: Fe 0.5% ※3: Ti 0.1%

※4: Zr 0.15% ※5: Ni 1.1% ※6: V 0.05%

【0029】表 1 にみられるように、本発明の条件を満たす実施例 1 の試験材 (No. 1 ~ 13) は、いずれも、耐焼割れ性、切削性および押出性の評価が全て ○ であり、従来の合金以上の耐焼割れ性が得られ、2011 合金と同等若しくはそれ以上の切削性および押出性をそなえている。

【0030】比較例 1

連続鋳造により、表 2 に示す成分組成 (No. 14 ~ 30 に示す組成) を有するアルミニウム合金ビレット (直

径 90 mm) を造塊し、実施例 1 と同一工程で、各押出形材、各 T3 处理材及び各 T8 处理材を作製し、これらを試験材として、実施例 1 と同様に耐焼割れ性、切削性

45 および押出性を評価した。評価結果を表 2 に示す。なお、表 2 において、本発明の条件を外れたものには下線を付した。

【0031】

【表2】

試 験 材	組成 (wt%)								耐 焼 割 れ 性	切 削 性	押 出 性	総 合 評 価
	No	Cu	Sn	Bi	Pb	In	Mg	Si				
14	<u>3.6</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	—	○	×	○	×
15	<u>6.2</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	—	○	○	×	×
16	<u>5.5</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	0.00	—	—	0.1	—	○	△	○	×
17	<u>5.5</u>	<u>2.0</u>	<u>1.3</u>	0.00	—	—	0.1	—	○	○	×	×
18	<u>5.5</u>	<u>0.8</u>	<u>0.7</u>	0.00	—	—	0.1	—	×	○	○	×
19	<u>5.5</u>	<u>2.0</u>	<u>0.8</u>	0.00	—	—	0.1	—	×	○	○	×
20	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	<u>0.55</u>	—	0.9	—	×	○	○	×
21	4.1	1.0	0.6	0.00	—	<u>2.3</u>	0.1	—	○	○	×	×
22	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	<u>1.5</u>	—	○	○	×	×
23	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※7	○	○	×	×
24	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※8	○	○	×	×
25	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※9	○	○	×	×
26	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※10	○	○	×	×
27	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※11	○	○	×	×
28	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※12	○	△	○	×
29	<u>5.5</u>	1.0	0.6	0.00	—	—	0.1	※13	○	○	×	×
30	<u>5.5</u>	1.0	0.6	<u>0.07</u>	—	—	0.1	—	○	○	○	×

《表注》※7: Mn 2.2 % ※8: Fe 0.9 % ※9: Ti 0.3 %

※10: Zr 0.4 % ※11: Cr 0.4 % ※12: Ni 2.4 % ※13: V 0.4 %

【0032】表2に示すように、本発明の条件を満たさない比較例1の試験材No. 14～30は、耐焼割れ性、切削性、押出性のいずれかが劣っている。試験材No. 14はCu量が少ないため強度が低く、そのために切削性が劣る。試験材No. 15は逆にCu量が多いため押出性が劣る。試験材No. 16はSn量+Bi量が少ないとにより切削性が劣る。試験材No. 17は逆にSn量+Bi量が多いため押出性が悪い。試験材No. 18、19はSn量とBi量の含有比率の条件式を満たさないため耐焼割れ性が劣る。

【0033】試験材No. 20はIn量が多いため耐焼割れ性、押出性が劣る。試験材No. 21はMg量が多いため、試験材No. 22はSi量が多いため、いずれも押出性が劣っている。また、試験材No. 23はMn量が多く、試験材No. 24はFe量が多く、試験材N

o. 25はTi量が多く、試験材No. 26はZr量が多いため、押出性が劣る。

30 【0034】試験材No. 27はCr量が多いため押出性が劣り、試験材No. 28はNi量が多いため切削性が低下している。また、試験材No. 29はV量が多いため、押出性に問題がある。また、試験材No. 30は耐焼割れ性、切削性、押出性ともに良好であるが、有害物質のPbを含有するため、公害発生源となる恐れがあり、実用上問題がある。

#### 【0035】

【発明の効果】本発明によれば、公害源となるPbを含有せず、従って、Pbによる環境汚染を生じる恐れがなく、且つ優れた切削性、耐焼割れ性を備えたアルミニウム合金が提供される。

40